

大成建設(株) 泉 博允 ○志波 由紀夫
横山 正義 西橋 秀一

1) はじめに 各種地中埋設管の震害調査や模型振動実験等により、地盤構造の急変部では地震動による地盤ひずみが大きくなることが確認されている。このような不均質な構造の地盤に埋設される海底トンネルや地中埋設管の耐震設計においては、構造物の軸線に沿う地盤の震動特性を把握することが重要となり、そのための解析手法も提案されているが、不均質地盤の震動性状が十分に解明されたとは言い難いと思われる。

本論では、傾斜基盤をもつ地盤を対象に地震応答解析を行った結果について報告し、不均質地盤の震動性状に関する資料の一つとしたい。

2. 解析の概要 検討の対象とした地盤構造は、一部に傾斜のある比較的硬質な基盤上に軟質な表層のある構造で、基盤の傾斜角を 15° に設定した。基盤および表層は、表-1 に示すようにそれぞれ均質な物性とし、傾斜基盤の存在による表層部の基本的な震動特性を調べることを目的として、物性の非線形性は考慮していない。地震応答解析手法としては有限要素法を採用した。解析モデルを図-1 に示す。解析領域の下方および側方境界では波動の逸散を考慮し、内部減衰は 5% とした。解析は平面ひずみ条件下で行った。

1 次元の波動理論によれば、表層部の 1 次固有周期 T_1 は、

$$T_1 = 4H/V_s \quad H: \text{表層厚} \quad V_s: \text{表層のせん断波速度}$$

で与えられ、図-1 のモデルでは、左方の表層については 0.4 秒、右方については 1.4 秒、傾斜基盤上の表層についてはこの間の値となることが予測される。入力地震動としては、傾斜基盤上の表層が振動しやすいと考えられる周期 0.7 秒の正弦波を、鉛直上方へ上昇する入射波として $GL-100m$ の位置で与え、これに対する定常解を求めた。正弦波の振幅は 10 gal とした。

3. 解析結果 図-2 に水平方向応答加速度の最大値分布、および、地表面各点での入射波に対する周波数応答関数を示す。図中の破線は、各点直下の地層を整層構造とみなした場合の 1 次元波動理論による解を、有限要素法による解と比較して示したものである。また、図-3 にせん断ひずみの最大値分布を示す。

加速度の周波数応答関数を見ると、傾斜基盤部から離れた地点 (a, f) での卓越周期は、1 次元波動理論より推定される周期にほぼ一致し、これらの地層での加速度ならびにせん断ひずみの分布形状も類似していることから、地盤急変部からある程度離れた地盤の震動特性は、整層と仮定した場合とほぼ等しいことを示唆している。一方、傾斜基盤部 (c, d) では、卓越周期は 1 次元波動理論による周期とは必ずしも一致せず、左右の地盤の震動特性の影響を受けており、左方地盤に近い c 地点では左方地盤の卓越周期の影響が強く、逆に d 地点では右方地盤の影響が現われている。このことと、有限要素法による解において、各地点での 0.4 秒および

表-1 解析モデルの物性値

物性	記号	I (埋立土)	II (基盤層)
単位体積重量 $\gamma_t \text{ (tf/m}^3\text{)}$		1.80	2.40
ヤング率 $E \text{ (tf/m}^2\text{)}$		21.310	636.740
ポアソン比 ν		0.45	0.30
せん断波速度 $V_s \text{ (m/s)}$		200	1,000

1.4 秒の周期に対する応答倍率を比較して見た場合に、 0.4 秒に対する応答倍率が右方へ向かうに従い低下するのとは逆に、 1.4 秒に対する応答倍率は増大してゆくことを合わせて考えると、傾斜基盤部の震動特性に及ぼす左右地盤

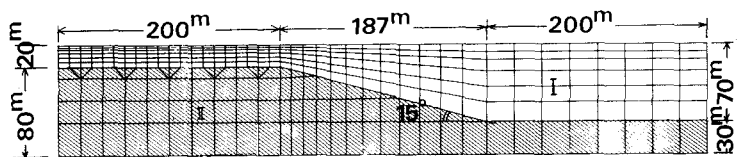


図-1 解析モデル

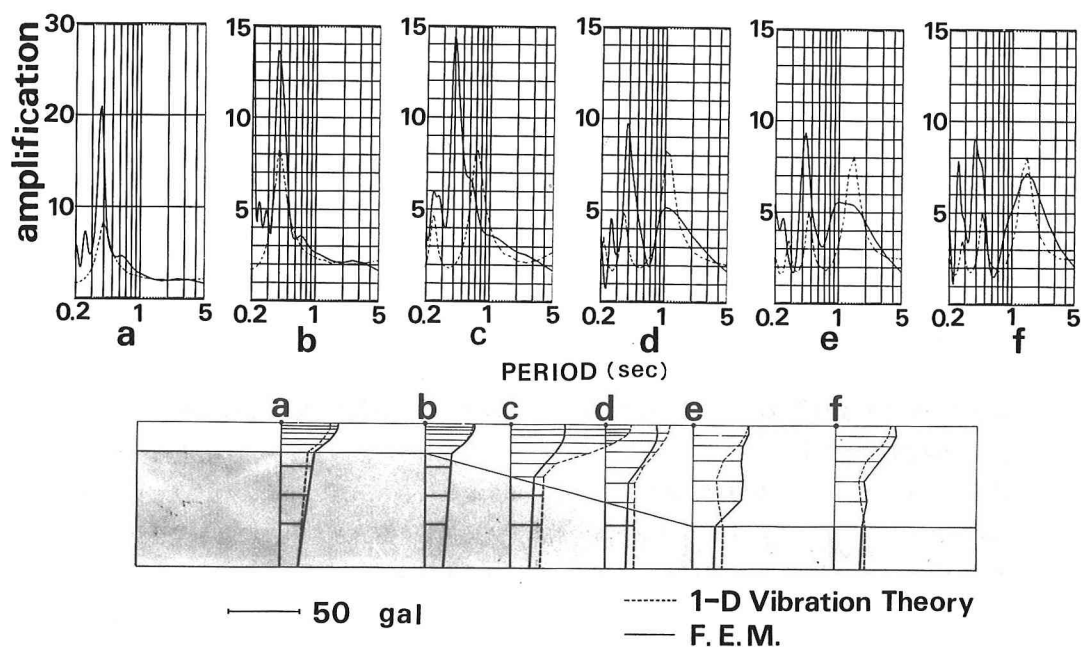


図-2 水平方向応答加速度の最大値分布および周波数応答関数

の震動特性の影響の問題に関連していると思われ興味深い。

図-4は、地表面付近の水平方向垂直ひずみの最大値分布、および、地表面付近の各地点での入射波に対する周波数応答関数を示したものである。

ひずみの分布形状は、基盤斜面の法肩付近から法尻へ向かって増大する傾向を示しており、埋設管の震害率の分布や模型振動実験の結果と定性的に一致している¹⁾。また、周期特性は前述した水平方向加速度の場合と同様であり、傾斜基盤上の中央部(C)では、左右地盤の卓越周期の影響が重なり合って明瞭な卓越周期は見られない結果となった。

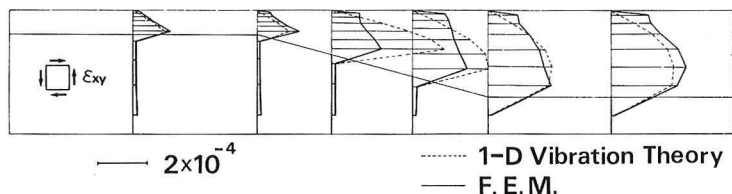


図-3 せん断ひずみの最大値分布

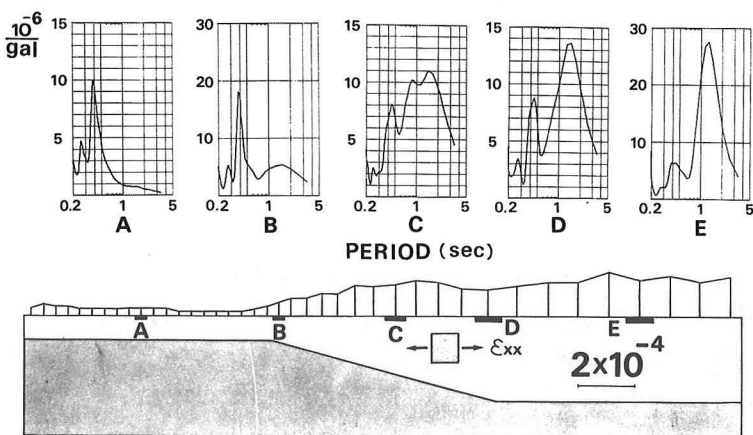


図-4 水平方向垂直ひずみの最大値分布および周波数応答関数

4. まとめ 不均質地盤の震動性状に関する資料として、傾斜基盤をもつ地盤の地震応答解析を行った。その結果、傾斜基盤上の表層の震動特性は、その左右の地盤の震動特性の影響を受けることがわかった。今後は、この影響の具体的な要因について考察してゆく予定である。

参考文献 1) 西尾 他：地盤構造急変部における埋設管の模型振動実験，第17回土質工学研究発表会 講演集 2) 浜田・泉：沈埋トンネルの地震応答計算，土木学会第26回年次学術講演会 講演集